

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005年4月28日 (28.04.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/038830 A1(51) 国際特許分類⁷: H01F 1/24, 1/26, B22F 1/00, 1/02, 3/00

(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/015208

(22) 国際出願日: 2004年10月7日 (07.10.2004)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2003-354940
2003年10月15日 (15.10.2003) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka (JP).

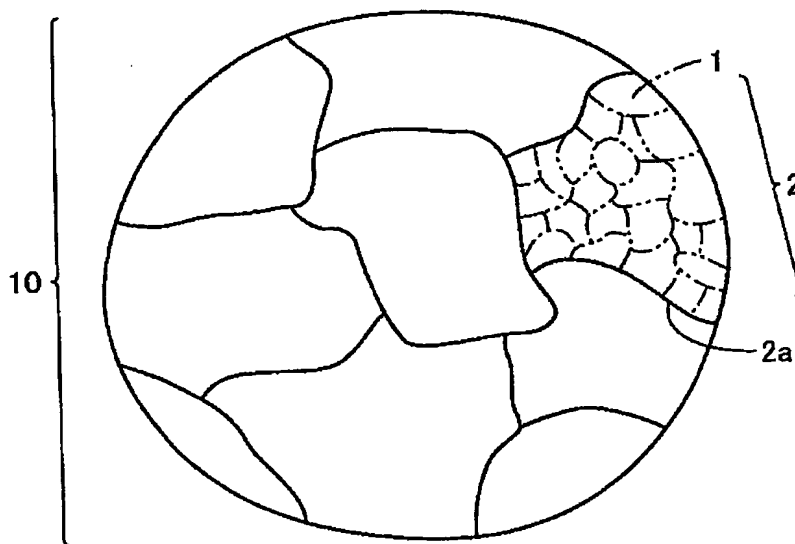
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 豊田 晴久 (TOYODA, Haruhisa) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内 Hyogo (JP). 久貝 裕一 (KUGAI, Hirokazu) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内 Hyogo (JP). 広瀬 和弘 (HIROSE, Kazuhiro) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内 Hyogo (JP). 五十嵐 直人 (IGARASHI, Naoto) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内 Hyogo (JP). 西岡 隆夫 (NISHIOKA, Takao) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内 Hyogo (JP).

[続葉有]

(54) Title: SOFT MAGNETISM MATERIAL AND POWDER MAGNETIC CORE

(54) 発明の名称: 軟磁性材料および圧粉磁心

(57) Abstract: A powder magnetic core and soft magnetism material having desired magnetic properties. The soft magnetism material comprises metal magnetic particles (10). In the metal magnetic particles (10), the average size of crystallites (1) determined by X-ray diffractometry is 30 nm or greater. Preferably, in the metal magnetic particles (10), the average size of crystal grains (2) is 10 μ m or greater.(57) 要約: 所望の磁気的特性を有する軟磁性材料および圧粉磁心を提供する。軟磁性材料は、金属磁性粒子10を含む。金属磁性粒子10は、X線回折法によって求められる結晶子1の平均の大きさが30nm以上である。好ましくは、金属磁性粒子10は、結晶粒2の平均の大きさが10 μ m以上である。



(74) 代理人: 中野 稔, 外 (NAKANO, Minoru et al.); 〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,

SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 補正書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

軟磁性材料および圧粉磁心

技術分野

- 5 この発明は、一般的には、軟磁性材料および圧粉磁心に関し、より特定のには、金属磁性粒子を含む軟磁性材料および圧粉磁心に関する。

背景技術

- 10 従来、モーターコアやトランスコアなどの電気電子部品において高密度化および小型化が図られており、より精密な制御を小電力で行えることが求められている。このため、これらの電気電子部品の作製に使用される軟磁性材料であって、特に中高周波領域において優れた磁気的特性を有する軟磁性材料の開発が進められている。

- 15 このような軟磁性材料に関して、たとえば、特開 2 0 0 2 - 1 2 1 6 0 1 号公報には、透磁率を高くすることを目的とした軟磁性金属粉末粒子が開示されている。特開 2 0 0 2 - 1 2 1 6 0 1 号公報に開示された軟磁性金属粉末粒子は、一個の軟磁性金属粉末粒子の切断面において、結晶粒の数が平均で 1 0 個以内に設定されている。

- 20 特開 2 0 0 2 - 1 2 1 6 0 1 号公報に、軟磁性金属粉末粒子の粒径は $10\ \mu\text{m}$ ~ $1000\ \mu\text{m}$ が好ましいと記載されているように、用いられる軟磁性金属粉末粒子の粒径は様々である。結晶粒の数を上述のように規定した場合、軟磁性金属粉末粒子の粒径が変化すると、結晶粒の大きさも変化する。またさらに、結晶粒の大きさが変化すると、結晶粒と結晶粒との境界に存在する結晶粒界の単位長さ当たりの数も変化する。つまり、軟磁性金属粉末粒子の粒径が大きければ、単位
25 長さ当たりの結晶粒界の数は減少し、軟磁性金属粉末粒子の粒径が小さければ、単位長さ当たりの結晶粒界の数は増加する。

しかし、透磁率は、磁束が結晶粒界を通過することによって低下するため、単位長さ当たりの結晶粒界の数は、透磁率を決定する要因のひとつになっている。このため、粒径によって結晶粒界の数が変化する特開 2 0 0 2 - 1 2 1 6 0 1 号

公報に開示された軟磁性金属粉末粒子によっては、常に所望の磁気的特性を得ることができない。

また、透磁率などの磁気的特性は、軟磁性金属粉末粒子の内部に存在する歪み（転位、欠陥）の影響を受ける。このため、光学顕微鏡や走査イオン顕微鏡（Scanning Ion Microscope）により観察される結晶粒を制御するのみでは、所望の磁気的特性を得ることができない。

発明の開示

そこでこの発明の目的は、上記の課題を解決することであり、所望の磁気的特性を有する軟磁性材料および圧粉磁心を提供することである。

この発明に従った軟磁性材料は、金属磁性粒子を含む。金属磁性粒子は、X線回折法によって求められる結晶子の平均の大きさが30 nm以上である。

多結晶からなる金属磁性粒子は、結晶粒界を境界として単一領域が規定され、任意の結晶軸に着目したとき、単一領域のどの部分においてもその向きが同じである結晶粒が複数集まって構成されている。また別の観点から、金属磁性粒子は、X線回折法を用いて単一領域が定義され、微結晶の単結晶と見なせる最大の集まりである結晶子が複数集まって構成されている。結晶子による単一領域は、結晶粒による単一領域よりも狭く、ひとつの結晶粒には複数の結晶子が含まれている。本発明では、この結晶子の平均の大きさが30 nm以上である。

このように構成された軟磁性材料によれば、金属磁性粒子を構成する結晶子の平均の大きさを30 nm以上とすることによって、金属磁性粒子の内部に存在する歪み（転位、欠陥）を低減させることができる。これにより、歪みによる磁壁移動（磁束変化）の妨げが抑制されるため、高い透磁率を有する軟磁性材料を実現することができる。

また好ましくは、結晶子の平均の大きさは60 nm以上である。さらに好ましくは、結晶子の平均の大きさは80 nm以上である。この場合、さらに高い透磁率を有する軟磁性材料を実現することができる。

また好ましくは、金属磁性粒子は、結晶粒の平均の大きさが10 μ m以上である。このように構成された軟磁性材料によれば、単位長さ当たりにおいて、磁束

が結晶粒界を通過する回数を少なくすることができる。これにより、さらに高い透磁率を有する軟磁性材料を実現することができる。

また好ましくは、軟磁性材料は、金属磁性粒子と、金属磁性粒子の表面を取り囲む絶縁被膜とを含む複数の複合磁性粒子を備える。このように構成された軟磁性材料によれば、絶縁被膜を設けることによって、金属磁性粒子間に渦電流が流れるのを抑制することができる。これにより、渦電流に起因する軟磁性材料の鉄損を低減させることができる。

また好ましくは、軟磁性材料は、複数の複合磁性粒子を互いに接合する有機物をさらに備える。このように構成された軟磁性材料によれば、複数の複合磁性粒子の各々の間に介在する有機物は、潤滑剤として機能する。このため、軟磁性材料の加圧成形時において、絶縁被膜が破壊されることを抑制できる。

この発明に従った圧粉磁心は、上述のいずれかに記載の軟磁性材料を用いて作製されている。このように構成された圧粉磁心によれば、高い透磁率を実現できるという上述の効果を奏することができる。高い透磁率の実現により保磁力の低減が可能であり、結果として鉄損（特にヒステリシス損）の低減が達成できることは言うまでもない。

図面の簡単な説明

図 1 は、この発明の実施の形態における軟磁性材料を示す模式図である。

図 2 は、図 1 中の金属磁性粒子の表面を拡大して示す模式図である。

図 3 は、金属磁性粒子に X 線を照射した場合に得られる回折強度のプロファイルを示すグラフである。

図 4 は、本実施例において、結晶子の大きさと透磁率との関係を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

この発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

図 1 は、この発明の実施の形態における軟磁性材料を示す模式図である。図 1 を参照して、軟磁性材料は、金属磁性粒子 10 と、金属磁性粒子 10 の表面を取

り囲む絶縁被膜 20 とから構成された複数の複合磁性粒子 30 を備える。複数の複合磁性粒子 30 の間には、有機物 40 が介在している。複数の複合磁性粒子 30 の各々は、有機物 40 によって接合されていたり、複合磁性粒子 30 が有する凹凸の噛み合わせによって接合されている。

- 5 金属磁性粒子 10 は、たとえば、鉄 (Fe)、鉄 (Fe) - シリコン (Si) 系合金、鉄 (Fe) - 窒素 (N) 系合金、鉄 (Fe) - ニッケル (Ni) 系合金、鉄 (Fe) - 炭素 (C) 系合金、鉄 (Fe) - ホウ素 (B) 系合金、鉄 (Fe) - コバルト (Co) 系合金、鉄 (Fe) - リン (P) 系合金、鉄 (Fe) - ニッケル (Ni) - コバルト (Co) 系合金および鉄 (Fe) - アルミニウム (Al) - シリコン (Si) 系合金などから形成することができる。金属磁性粒子 10 は、金属単体でも合金でもよい。

- 金属磁性粒子 10 の平均粒径は、 $5\ \mu\text{m}$ 以上 $300\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。金属磁性粒子 10 の平均粒径を $5\ \mu\text{m}$ 以上にした場合、金属が酸化されにくいため、軟磁性材料の磁気的特性を向上させることができる。また、金属磁性
- 15 粒子 10 の平均粒径を $300\ \mu\text{m}$ 以下にした場合、後に説明する成形工程時において混合粉末の圧縮性が低下するということがない。これにより、成形工程によって得られる成形体の密度を大きくすることができる。

- なお、ここで言う平均粒径とは、ふるい法によって測定した粒径のヒストグラム中、粒径の小さいほうからの質量の和が総質量の 50% に達する粒子の粒径、つまり 50% 粒径 D をいう。

- 絶縁被膜 20 は、金属磁性粒子 10 をリン酸処理することによって形成されている。また好ましくは、絶縁被膜 20 は、酸化物を含有する。この酸化物を含有する絶縁被膜 20 としては、リンと鉄とを含むリン酸鉄の他、リン酸マンガン、リン酸亜鉛、リン酸カルシウム、酸化シリコン、酸化チタン、酸化アルミニウム
- 25 または酸化ジルコニウムなどの酸化物絶縁体を使用することができる。

絶縁被膜 20 は、金属磁性粒子 10 間の絶縁層として機能する。金属磁性粒子 10 を絶縁被膜 20 で覆うことによって、軟磁性材料の電気抵抗率 ρ を大きくすることができる。これにより、金属磁性粒子 10 間に渦電流が流れるのを抑制して、渦電流に起因する軟磁性材料の鉄損を低減させることができる。

絶縁被膜 20 の厚みは、 $0.005\ \mu\text{m}$ 以上 $20\ \mu\text{m}$ 以下であることが好ましい。絶縁被膜 20 の厚みを $0.005\ \mu\text{m}$ 以上とすることによって、渦電流によるエネルギー損失を効果的に抑制することができる。また、絶縁被膜 20 の厚みを $20\ \mu\text{m}$ 以下とすることによって、軟磁性材料に占める絶縁被膜 20 の割合が
5 大きくなりすぎることがない。このため、軟磁性材料の磁束密度が著しく低下することを防止できる。

有機物 40 としては、熱可塑性ポリイミド、熱可塑性ポリアミド、熱可塑性ポリアミドイミド、ポリフェニレンサルファイド、ポリアミドイミド、ポリエーテルスルホン、ポリエーテルイミドまたはポリエーテルエーテルケトンなどの熱可
10 塑性樹脂や、全芳香族ポリエステルまたは全芳香族ポリイミドなどの非熱可塑性樹脂や、ステアリン酸亜鉛、ステアリン酸リチウム、ステアリン酸カルシウム、パルミチン酸リチウム、パルミチン酸カルシウム、オレイン酸リチウムおよびオレイン酸カルシウムなどの高級脂肪酸を用いることができる。また、これらを互いに混合して用いることもできる。

15 軟磁性材料に対する有機物 40 の割合は、0 を超え 1.0 質量% 以下であることが好ましい。有機物 40 の割合を 1.0 質量% 以下とすることによって、軟磁性材料に占める金属磁性粒子 10 の割合を一定以上に確保することができる。これにより、より高い磁束密度の軟磁性材料を得ることができる。

図 2 は、図 1 中の金属磁性粒子の表面を拡大して示す模式図である。図 2 を参
20 照して、金属磁性粒子 10 は、多結晶からなり、複数の結晶粒 2 が集まって構成されている。結晶粒 2 の各々の境界には、結晶粒界 2a が延在している。また別の観点から、金属磁性粒子 10 は、複数の結晶子 1 が集まって構成されている。結晶子 1 が規定する単一領域は、結晶粒 2 が規定する結晶構造上の単一領域よりも狭く、図 2 では便宜上、結晶粒 2 のひとつに結晶子 1 を示している。

25 結晶子 1 の平均の大きさは、 $30\ \text{nm}$ 以上である。これにより、金属磁性粒子 10 の内部に存在する歪み（転位、欠陥）を低減させることができる。結晶子 1 の平均の大きさは、X 線回折法を用いて求められる値であり、たとえば次に説明する方法によって求めることができる。

図 3 は、金属磁性粒子に X 線を照射した場合に得られる回折強度のプロファイ

ルを示すグラフである。図3を参照して、金属磁性粒子10にX線を照射すると、ブラッグ角 θ において強度 α_p を有するピークが、ブラッグ角 θ を中心に所定の広がりをもって測定される。このピークの面積から導出される積分強度 α_N を求める。積分強度 α_N をピーク強度 α_p で割り、ピークの積分幅 β_i を算出する。

- 5 金属磁性粒子10に照射したX線の波長を λ とする場合、ブラッグ角 θ 、ピークの積分幅 β_i (ラジアン) および波長 λ の各値を以下に示す Scherrer の式に代入し、結晶子1の平均の大きさ d を求める。

$$d = \lambda / (\beta_i \cos \theta)$$

- 10 なお、Scherrer の式は、 d の値が1 nm程度から100 nm程度までの範囲の場合に適用することができる。また、Scherrer の式のほか、2本以上のピーク強度を測定することによって結晶子1の平均の大きさ d を求める Hall 法などを用いることもできる。

- 15 図2を参照して、結晶粒2の平均の大きさは、10 μ m以上であることが好ましい。この場合、単位長さ当たりの結晶粒界2aの数を少なくすることができ、高い透磁率を得ることができる。結晶粒2の平均の大きさは、光学顕微鏡や走査イオン顕微鏡を用いて複数の結晶粒2の大きさを測定し、得られた測定値を平均することによって求めることができる。

- 20 この発明の実施の形態における軟磁性材料は、金属磁性粒子10を含む。金属磁性粒子10は、X線回折法によって求められる結晶子1の平均の大きさが30 nm以上である。好ましくは、金属磁性粒子10は、結晶粒2の平均の大きさが10 μ m以上である。

- 25 続いて、図1中に示す軟磁性材料の製造方法について説明する。まず、金属磁性粒子10を準備し、この金属磁性粒子10を熱処理する。このときの熱処理温度は、たとえば100℃以上1000℃以下であり、熱処理時間は、たとえば1時間以上である。その後、金属磁性粒子10の表面に絶縁被膜20を形成することによって、複合磁性粒子30を作製する。

次に、複合磁性粒子30と有機物40とを混合することによって混合粉末を得る。なお、混合方法に特に制限はなく、たとえばメカニカルアロイング法、振動ボールミル、遊星ボールミル、メカノフュージョン、共沈法、化学気相蒸着法

(CVD法)、物理気相蒸着法(PVD法)、めっき法、スパッタリング法、蒸着法またはゾルーゲル法などのいずれを使用することも可能である。

次に、得られた混合粉末を金型に入れ、たとえば、700 MPaから1500 MPaまでの圧力で加圧成形する。これにより、混合粉末が圧縮されて成形体5
得られる。加圧成形する雰囲気は、不活性ガス雰囲気または減圧雰囲気とすることが好ましい。この場合、大気中の酸素によって混合粉末が酸化されるのを抑制できる。

加圧成形の際、有機物40は、複合磁性粒子30の間で緩衝材として機能する。これにより、複合磁性粒子30同士の接触によって絶縁被膜20が破壊されること10
を防ぐ。

次に、加圧成形によって得られた成形体を、たとえば200℃以上絶縁被膜20の熱分解温度以下で1時間、熱処理する。金属磁性粒子10と成形体とに二度に渡って実施する熱処理によって、金属磁性粒子10の結晶子1の大きさを30 nm以上に制御することができる。以上に説明した工程によって、図1中に示す15
成形体が完成する。

このように構成された軟磁性材料によれば、金属磁性粒子10の結晶子1の平均の大きさを30 nm以上とすることによって、金属磁性粒子10の内部に存在する歪みを低減させることができる。これにより、軟磁性材料の透磁率を向上させることができる。また、金属磁性粒子10の結晶粒2の平均の大きさを10 μm20
以上とすることによって、上述の効果と相乗して、軟磁性材料の透磁率を飛躍的に向上させることができる。

なお、本実施の形態における軟磁性材料を、チョークコイル、スイッチング電源素子および磁気ヘッドなどの電子部品、各種モータ部品、自動車用ソレノイド、各種磁気センサならびに各種電磁弁などに使用することができる。

25

実施例

以下に説明する実施例によって、本発明による軟磁性材料の評価を行なった。

実施の形態に記載の製造方法に従って、図1中の軟磁性材料を作製した。この際、金属磁性粒子10として、純度99.8%以上のアトマイズ鉄粉、本実施例

では、複数種の原料鉄粉を使用し、例えばヘガネス社製の商品名「ASC100.2.9」を用いた。原料鉄粉製造時のアトマイズ条件の違いによって結晶粒の大きさの違いが存在し、本実施例では平均結晶粒が $5\mu\text{m}$ 、 $10\mu\text{m}$ 、 $20\mu\text{m}$ の原料鉄粉を用いた。所定の温度条件下のもと、この金属磁性粒子10に熱処理を行なった。熱処理は、水素または不活性ガス中で1時間行なった。

その後、金属磁性粒子10を覆うように絶縁被膜20としてのリン酸塩被膜を形成し、複合磁性粒子30を作製した。本実施例では、有機物40を混合せず、複合磁性粒子30を金型に入れて加圧成形を行なった。加圧圧力を 882MPa とした。次に、成形体に温度 300°C で1時間の熱処理を行なった。

- 10 金属磁性粒子10に実施する熱処理の温度を 100°C 以上 1000°C 以下の範囲で変化させることによって、結晶子1および結晶粒2の大きさが異なる複数の成形体を作製した。なお、結晶子1の平均の大きさは、実施の形態に記載のScherrerの式を用いて求めた。また、結晶粒2の大きさは、ナイトル（硝酸アルコール溶液）を用いて成形体の表面をエッチングし、光学顕微鏡（倍率400
- 15 倍）によってその表面を観察することによって求めた。

900°C 、 1000°C の熱処理においては一部粉末どうしの焼結が発生していたが、焼結の進んでいない部分を取り出して評価した。

- 得られた成形体の透磁率を測定した。結晶子1および結晶粒2の平均の大きさとともに、透磁率の測定値を表1に示した。なお、結晶子1の大きさが 100nm
- 20 m 以上である複数の成形体に関して透磁率を測定したが、X線の分解能を越えているため結晶子1の大きさを適切に特定することができなかった。そこで、その成形体から得られた透磁率の測定値を平均し、これを表中の結晶子の大きさが 10nm の欄に記載した。

表 1

結晶粒の大きさ 5 (μm)		結晶粒の大きさ 10 (μm)		結晶粒の大きさ 20 (μm)		熱処理温度 ($^{\circ}\text{C}$)
結晶子の 大きさ (nm)	透磁率	結晶子の 大きさ (nm)	透磁率	結晶子の 大きさ (nm)	透磁率	
8	100	11	120	9	128	100
21	98	19	122	18	131	300
29	121	31	248	31	352	400
39	157	38	435	40	618	500
61	223	63	1623	59	1813	700
77	318	81	2589	79	2751	800
97	359	95	2757	96	2927	900
110	384	110	2813	110	3012	1000

図 4 は、本実施例において、結晶子の大きさと透磁率との関係を示すグラフである。図 4 を参照して分かるように、結晶子 1 の大きさを 30 nm 以上にするこ
 5 ことによって、透磁率を向上させることができた。また、このような効果は、結晶粒 2 の大きさが 10 μm および 20 μm の場合に顕著に現れ、結晶粒 2 の大きさが 5 μm の場合は、限定的にしか現れなかった。

今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的な
 10 ものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

産業上の利用可能性

15 以上説明したように、この発明に従えば、所望の磁気的特性を有する軟磁性材料および圧粉磁心を提供することができる。

請求の範囲

1. 金属磁性粒子を含み、
前記金属磁性粒子は、X線回折法によって求められる結晶子の平均の大きさが30 nm以上である、軟磁性材料。
2. 前記金属磁性粒子は、結晶粒の平均の大きさが10 μ m以上である、請求項1に記載の軟磁性材料。
3. 前記金属磁性粒子と、前記金属磁性粒子の表面を取り囲む絶縁被膜とを含む複数の複合磁性粒子を備える、請求項1または2に記載の軟磁性材料。
4. 前記複数の複合磁性粒子を互いに接合する有機物をさらに備える、請求項3に記載の軟磁性材料。
5. 請求項1から4のいずれか1項に記載の軟磁性材料を用いて作製された、圧粉磁心。

[2005年1月20日(20.01.2005)国際事務局受理：出願当初の請求の
範囲1及び2は補正された；他の請求の範囲は変更なし。(1頁)]

1. (補正後) 金属磁性粒子を含み、

5 前記金属磁性粒子は、X線回折法によって求められる結晶子の平均の大きさが30nm以上であり、かつ結晶粒の平均の大きさが10μm以上である、軟磁性材料。

2. (補正後) 前記結晶子の平均の大きさは、60nm以上である、請求項1に記載の軟磁性材料。

10 3. 前記金属磁性粒子と、前記金属磁性粒子の表面を取り囲む絶縁被膜とを含む複数の複合磁性粒子を備える、請求項1または2に記載の軟磁性材料。

4. 前記複数の複合磁性粒子を互いに接合する有機物をさらに備える、請求項3に記載の軟磁性材料。

5. 請求項1から4のいずれか1項に記載の軟磁性材料を用いて作製された、圧粉磁心。

FIG. 1

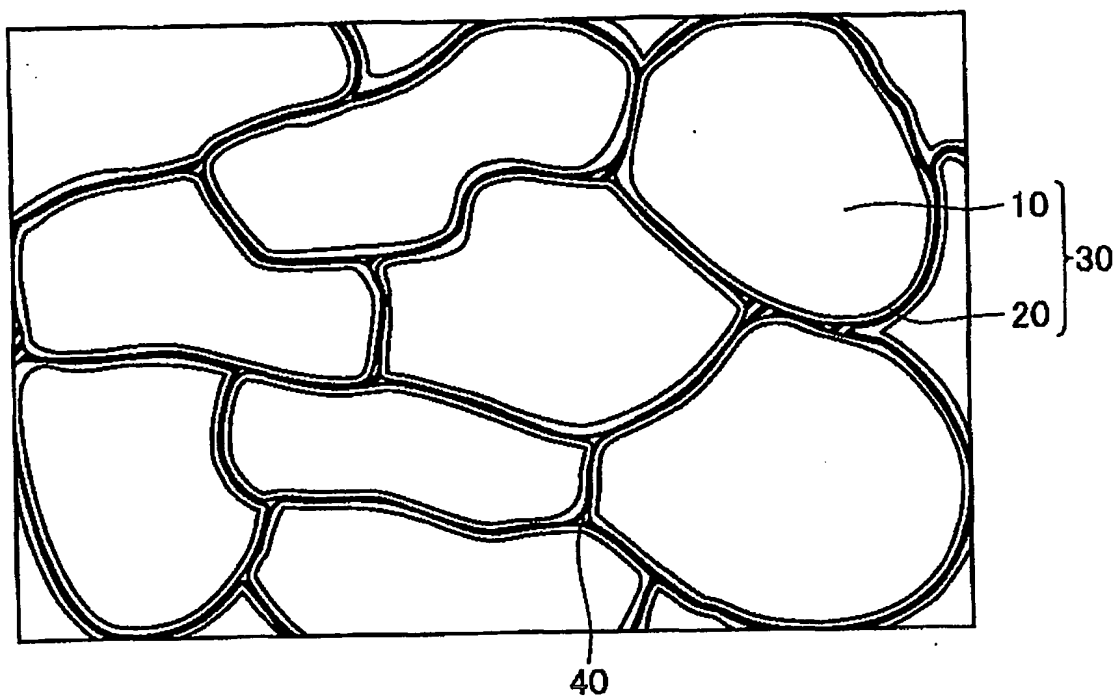


FIG. 2

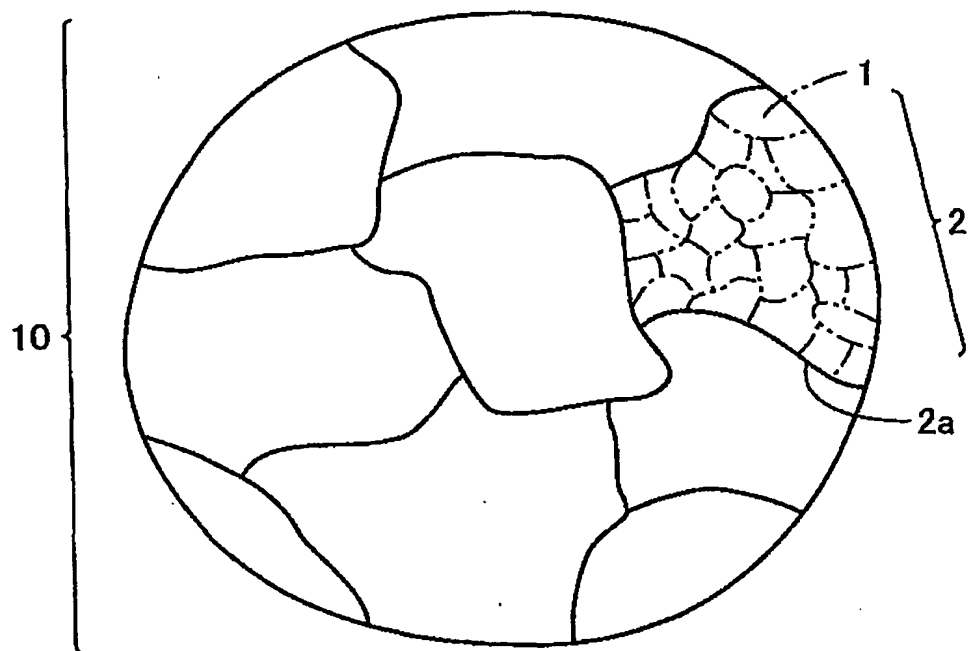


FIG. 3

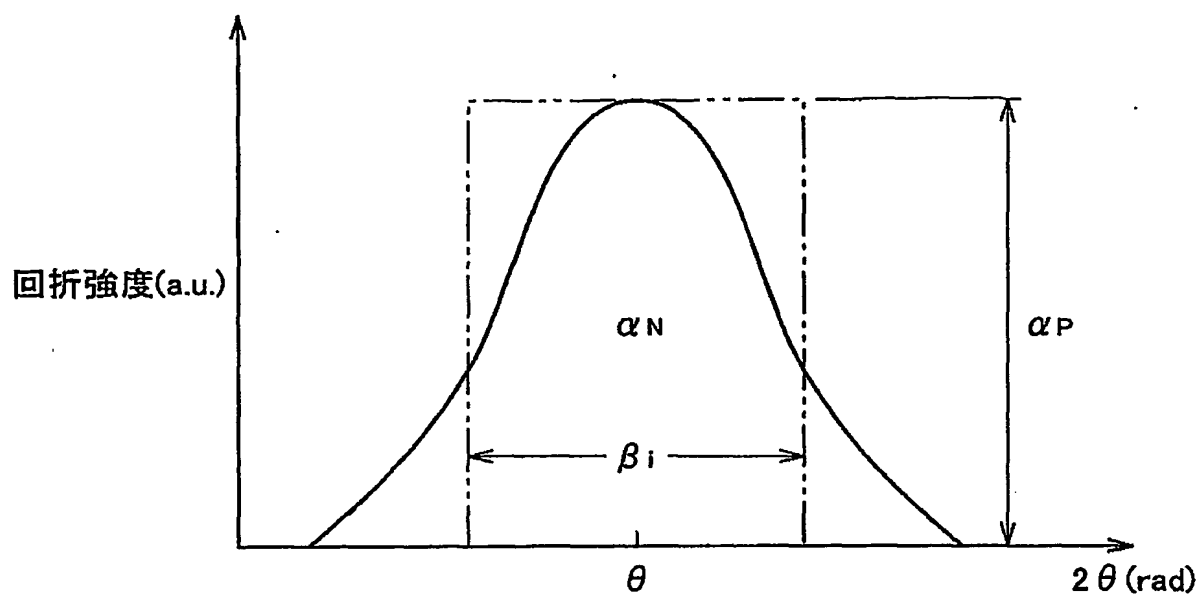
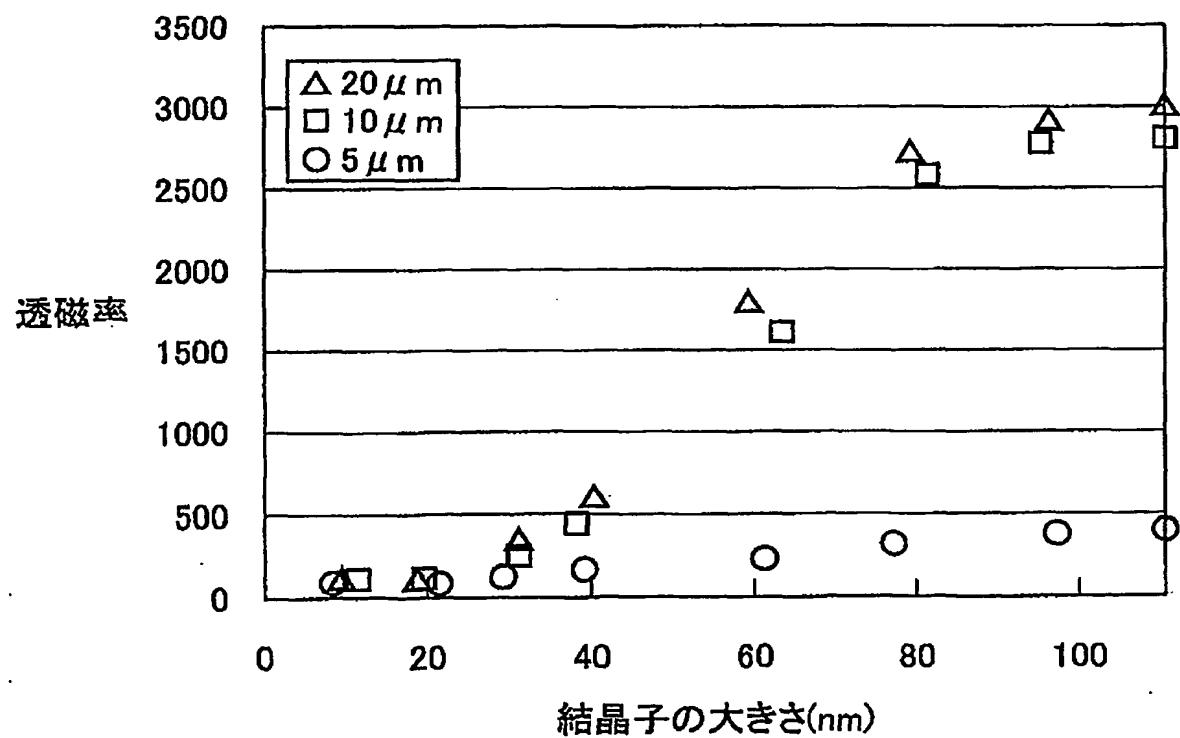


FIG. 4



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/015208

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01F1/24, H01F1/26, B22F1/00, B22F1/02, B22F3/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01F1/24, H01F1/26, B22F1/00, B22F1/02, B22F3/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 8-37107 A (TDK Corp.), 06 February, 1996 (06.02.96), Par. Nos. [0056], [0058] to [0061] & US 5651841 A1 & CN 1122527 A	1, 4, 5 2, 3
X	JP 6-181113 A (Toshiba Corp.), 28 June, 1994 (28.06.94), Claim 1; Par. Nos. [0014], [0015] (Family: none)	1
Y	JP 2001-68323 A (Daido Steel Co., Ltd.), 16 March, 2001 (16.03.01), Par. Nos. [0015], [0022] (Family: none)	2

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
12 November, 2004 (12.11.04)

Date of mailing of the international search report
30 November, 2004 (30.11.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/015208

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7-201549 A (Nippon Steel Corp.), 04 August, 1995 (04.08.95), Par. No. [0016] (Family: none)	2
Y	JP 2002-246219 A (Japan Powder Metallurgy Co., Ltd.), 30 August, 2002 (30.08.02), Claim 1; Par. No. [0025] & DE 10207133 A	3
A	JP 2001-307914 A (Daido Steel Co., Ltd.), 02 November, 2001 (02.11.01), Par. Nos. [0005], [0019], [0022] (Family: none)	1-5
A	JP 2000-17336 A (Sumitomo Special Metals Co., Ltd.), 18 January, 2000 (18.01.00), Par. Nos. [0043] to [0046], [0059] & WO 99/63120 A1 & EP 1026267 A1 & US 6444049 B1 & CN 1099468 B	1-5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01F 1/24, H01F 1/26,
B22F 1/00, B22F 1/02, B22F 3/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01F 1/24, H01F 1/26,
B22F 1/00, B22F 1/02, B22F 3/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2004年
日本国登録実用新案公報 1994-2004年
日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 8-37107 A (ティーディーケイ株式会社) 1996.02.06, 【0056】、【0058】～【006	1, 4, 5
Y	1】 & US 5651841 A1 & CN 112252 7 A	2, 3
X	JP 6-181113 A (株式会社東芝) 1994.06.28, 【請求項1】、【0014】、【001	1
Y	5】 (ファミリーなし) JP 2001-68323 A (大同特殊鋼株式会社)	2

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

12.11.2004

国際調査報告の発送日

30.11.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山田 正文

5R

8835

電話番号 03-3581-1101 内線 3565.

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
	2001. 03. 16, 【0015】、【0022】 (ファミリーなし)	
Y	JP 7-201549 A (新日本製鐵株式会社) 1995. 08. 04, 【0016】 (ファミリーなし)	2
Y	JP 2002-246219 A (日立粉末冶金株式会社) 2002. 08. 30, 【請求項1】、【0025】 & DE 10207133 A	3
A	JP 2001-307914 A (大同特殊鋼株式会社) 2001. 11. 02, 【0005】、【0019】、【002 2】 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2000-17336 A (住友特殊金属株式会社) 2000. 01. 18, 【0043】～【0046】、【005 9】 & WO 99/63120 A1 & EP 10262 67 A1 & US 6444049 B1 & CN 109 9468 B	1-5